

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Návrh námořního kontejneru

Design of an Offshore Container

Student:

Adrian Csémi

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Miroslav Trochta

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Adrian Csémi**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**
Specializace: **40 Konstrukce strojních dílů a skupin**
Téma: **Návrh námořního kontejneru**
Design of an Offshore Container

Zásady pro vypracování:

Proveďte konstrukční návrh primární konstrukce námořního kontejneru, který bude umožňovat nakládání velkých břemen na podlahu kontejneru bez bočních stěn. Požadované varianty kontejneru 20ft (výška cca 2 300 mm a délka cca 6 000 mm) a 10ft (2 300 mm a 3 000 mm). Navrhněte rozkládací spoje a proveďte jejich výpočet. Nakreslete se sestavný výkres a dílenský výkres vybraného dílu. Konstrukce musí splňovat běžné standardy.

Seznam doporučené odborné literatury:

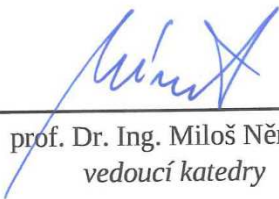
1. Bolek, A.; Kochman, J. Části strojů I. Praha: SNTL, 1989. 775s. ISBN 80-03-00046-7
2. Kaláb, K. Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 90s. ISBN 978-80-248-1290-8
3. Leinveber, J.; Vávra, P. Strojnické tabulky. Albra-pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2006. 914s. ISBN 80-7361-033-7
4. Němček, M. Řešené příklady z částí a mechanismů strojů. Spoj. Skriptum VŠB-TU Ostrava. Ostrava, 2002. 111s. ISBN 978-80-248-1290-8
5. Normy, katalogy, prospekty a www-stránky k dané problematice

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Trochta**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015


prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry

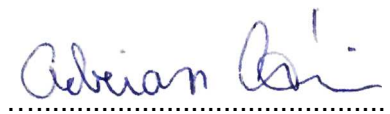



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 18. 5. 2015

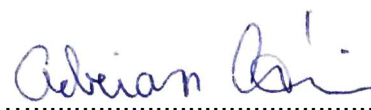
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adrian', written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB–TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Ostravě: 18. 5. 2015



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Adrian Csémi

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Selská 948, Vítkov 74901

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

CSÉMI, A. *Návrh námořního kontejneru: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra částí a mechanismů strojů, 2015, 41 s. Vedoucí práce: Ing. Miroslav Trochta.

Bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukce rozkládacího Offshore kontejneru. Úvod práce popisuje dělení a certifikační proces. Následuje detailní řešení návrhu rozkládací konstrukce, která umožní snadnější nakládání materiálu a zařízení. Na základě návrhu rozkládací konstrukce byly provedeny výpočty spojovacích prvků. Tyto spojovací prvky zajistí rozložení kontejneru na dvě části tak, aby naložení nákladu bylo snadnější. V rámci výpočtů je doplněna kontrola kritického místa metodou konečných prvků. Práce je také zaměřena na to, aby kontejner splnil podmínku Offshore. Návrh kontejneru je proveden ve dvou velikostních variantách.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

CSÉMI, A. *Design of an Offshore Container: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine parts and Mechanisms, 2015, 41 p. Thesis head: Ing. Miroslav Trochta.

Bachelor thesis deals with a design of detachable Offshore container. The introduction describes the categories and the certification process of Offshore containers. The thesis describes more in detail the design of detachable structure which allows easier loading of cargo and equipment. On the basis of design of detachable structure are performed calculation of detachable parts. These detachable parts ensure to split container in to two parts to load cargo easily. Calculation includes check of critical point by the finite element method. Thesis is focused to fulfil the condition of Offshore container. The design of container is made in two size option.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	7
Úvod	8
1. Offshore kontejnery	9
2. Certifikační proces kontejneru	12
2.1 Posouzení a schválení konstrukce kontejneru	12
2.2 Inspekce	12
2.3 Testování	13
3. Konstrukční řešení rozkládacího Offshore kontejneru	15
3.1 Plášť	16
3.2 Spojovací prvek	17
3.2.1 Čep	18
3.2.2 Matice	19
3.2.3 Otáčecí páka	19
3.2.4 Páka matice	20
3.3 Podlaha	21
4. Pevnostní kontrola a návrh kontejnerů	22
4.1 Základní návrh a požadavky pro 20ft Offshore kontejner	22
4.2 Určení hodnoty Rating	23
4.3 Výpočet a volba závěsného třmenu	24
4.4 Výpočet a kontrola rozměrů ok	25
4.5 Kontrola svaru spojujícího oko s deskou	26
4.6 Kontrola a výpočet podlahy	27
4.7 Kontrola čepu a výpočet matice	29
4.8 Kontrola a výpočet utahovacího momentu dotahovací páky	33
4.9 Kontrola čepu páky a západky	34
4.10 Kontrola kritických míst pomocí MKP	35
4.11 Základní návrh a požadavky pro 10ft Offshore kontejner	37
Závěr	38
Seznam použité literatury	40

Seznam použitých značek a symbolů

R_m	Mez pevnosti materiálu	[MPa]	m_{wo}	Maximální zatížení oka	[kg]
R	Mez kluzu materiálu	[MPa]	k_e	Součinitel bezpečnosti	[-]
σ_{vme}	Napětí von Mises	[MPa]	k_s	Součinitel bezpečnosti svaru	[-]
σ_{red}	Redukované napětí	[MPa]	k_c	Součinitel bezpečnosti čepu	[-]
σ_o	Ohybové napětí	[MPa]	k_z	Součinitel bezpečnosti závitů	[-]
σ_T	Tahové napětí	[MPa]	k_{zap}	Součinitel bezpečnosti západky	[-]
p	Tlakové napětí	[MPa]	n	Počet závěsných ok	[-]
τ	Napětí v krutu	[MPa]	z	Počet závitů	[-]
$\sigma_{\perp}^{F_{kol}}$	Kolmé napětí svaru	[MPa]	f_z	Koeficient tření	[-]
$\tau_{\parallel}^{F_{kol}}$	Vodorovné napětí svaru	[MPa]			
			ψ	Úhel stoupání závitů	[°]
F_{RSL}	Závěsná síla	[N]	φ'	Redukovaný třecí úhel	[°]
F_{kol}	Kolmá síla	[N]	β	Úhel svislice kontejneru	[°]
F_{vod}	Vodorovná síla	[N]			
F_L	Zatížení primární struktury	[N]	M_o	Ohybový moment	[Nmm]
F_{pr}	Síla příčnicku	[N]			
F_{paky}	Síla páky	[N]	q	Spojitě zatížení	[Nmm ⁻¹]
F_{pcepu}	Síla čepu páky	[N]			
F_o	Osová síla čepu	[N]			
F_{cepu}	Síla jednoho čepu	[N]	NDT	Nedestruktivní kontrola materiálu	
			LRCLS	Lloyd's Register Container Scheme	
D_H	Průměr díry pro čep	[mm]	DNV	Det Norske Veritas	
t	Tloušťka oka	[mm]	IMO	International Maritime Organization	
t_c	Tloušťka nákrůžků	[mm]	ISO	International Organization for Standardization	
t_d	Tloušťka desky	[mm]			
P	Stoupání závitů	[mm]			
d	Jmenovitý rozměr	[mm]			
D	Velký průměr závitů	[mm]			
d_2	Střední průměr závitů	[mm]			
d_3	Malý průměr závitů	[mm]			
a_c	Vrcholová vůle závitů	[mm]			
H_1	Nosná hloubka závitů	[mm]			
h_m	Výška matice	[mm]			
R	Rating	[kg]			
m_w	Minimální pracovní zatížení	[kg]			

Úvod

Hlavními přepravními prostředky pro přepravu materiálu nebo velkých součástí na velké vzdálenosti v dnešní době jsou různé druhy kontejnerů. Tyto kontejnery chrání náklad před atmosférickými vlivy a mechanickým poškozením při transportaci. Transportace různých nákladů po celém světě byla příčinou sjednocení rozměrů kontejnerů v podobě ISO norem. Odtud plyne jejich název ISO kontejnery.

Přeprava v ropném průmyslu na moři je dána rozměrem těchto kontejnerů. Jelikož musí splňovat i další bezpečnostní podmínky, daná kritéria a přísné standardy výroby, nazývá se tato oblast Offshore. Tato oblast je řízena normou DNV 2.71 a dělá tyto kontejnery výjimečnými.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout přepravní Offshore kontejnery s oddělitelnými bočními stěnami a provést výpočet spojovacích dílů za účelem snadnějšího nakládání zařízení a materiálu. Požadované varianty kontejneru jsou 20ft a 10ft. První část popisuje dnešní druhy Offshore kontejnerů a popisuje jejich certifikaci. Následuje konstrukční návrh rozkládacího kontejneru. V této části je uveden popis jednotlivých částí rozkládacího kontejneru.

Pevnostní a návrhová část se skládá z návrhu základních velikostí kontejnerů. Je zde uveden výpočet a kontrola zvedacích ok typických pro Offshore kontejnery. Následuje kontrola navržené podlahy. Důležitou částí je kontrola navržených spojovacích prvků, která je v konečné části doplněna o výpočet kritických míst kontejneru pomocí metody konečných prvků. K této práci jsou přiloženy obrázky navrženého modelu těchto dvou kontejnerů.

1. Offshore kontejnery

Offshore kontejnery se přizpůsobují pro přepravu a vykládku materiálu na volném moři. Zásadní rozdíl oproti přepravním ISO kontejnerům je v jejich konstrukci, která musí odolat ztíženým podmínkám na volném moři. Tyto podmínky se liší při vykládce kontejnerů na vrtné plošiny, kde je loď často ve vlnách dosahujících výšky až šesti metrů. V těchto podmínkách se přepravují také různá zařízení, která musí být umístěna v Offshore kontejnerech.

Offshore kontejnery se dělí: [6]

a) Offshore nákladní kontejnery



Obr. 1.1: Offshore nákladní kontejner [10]

Tyto kontejnery se používají pro přepravu věcí, různých nákladů nebo zařízení. Typický nákladní kontejner.

b) Přepravní koše pro materiály



Obr. 1.2: Offshore přepravní koš [11]

Specifické nákladní koše s potřebným zařízením a materiálem, které se spouštějí na mořské dno.

c) Objemové nádrže



Obr. 1.3: Offshore objemová nádrž [12]

Do této skupiny se dále zahrnují přenosné nádrže pro nebezpečné a životně škodlivé látky, které současně také musí splňovat další podmínky kódu Mezinárodního Námořního Nebezpečného Materiálu.

d) Pracovní Offshore kontejnery



Obr. 1.4: Offshore pracovní kontejner [13]

Tyto druhy kontejnerů se využívají například jako přenosné laboratoře, dílny, zdroje elektrické energie nebo kontrolní stanice. Tyto Offshore kontejnery bývají vyráběny dle specifických požadavků zákazníky.

e) Offshore kontejnery na odpad



Obr. 1.5: Offshore odpadní kontejner [11]

Tento druh kontejnerů se vyrábí ve dvou variantách, otevřené nebo uzavřené.

f) Offshore „skids“



Obr. 1.6: Offshore skid [14]

Offshore skid je pouze jednoduchý základní rám. Používá se pro transport velkých vrtacích zařízení a výrobních souprav.

2. Certifikační proces kontejneru

Každý nový Offshore kontejner musí projít LRCCS certifikací. Certifikace se schvaluje pouze pro daný typ a daný výrobní závod. Obvykle certifikace prochází třemi základními kroky: [5]

2.1 Posouzení a schválení konstrukce kontejneru

Hodnotí se podrobná dokumentace o původu materiálů a jejich pevnosti. Pevnost nákladové oblasti kontejneru, jeho zvedání a bezpečnostní uspořádání.

Kontroluje se, zda jsou splněny standardy IMO, která obsahuje následující body:

- Rozměry a zátěžové hodnocení
- Materiálovou specifikaci
- Detaily svařovacích metod a velikosti svarů
- Podrobnosti o zvláštním zacházení s materiály
- Detaily těsnících materiálů
- Podrobnosti o rohových prvcích zamykacích mechanismů s názvem od výrobců
- Povinné značení kontejnerů

2.2 Inspekce

Kvalifikovaný pracovník provede inspekci procesu výroby, aby byly splněny všechny požadavky:

- Verifikace a test materiálů
- Svařovací kvalifikace
- Schválení svařovacích procedur
- Schválení nedestruktivních zkoušek
- Svědectví a schválení prototypového testování
- Ověření totožnosti označení

2.3 Testování

Testování se provádí na hotovém výrobku. Dělí se na prototypové testování a produkční testování. Prototypové testování ověřuje teoretické výpočty nového kontejneru. Produkční testování se provádí při sériové výrobě. [5]

a) Prototypové testování

Zátěžové testy se provádí za čtyři úchopové body 2,5 násobku ratingu, který se umístí rovnoměrně na podlahu. Následně diagonálně za dva body 1,5 násobku. Kontejner se musí zvednout na dobu pěti minut a v průběhu zkoušky musí být jednoznačně vzdálen od země. Během testování se nesmí objevit na konstrukci průhyb větší než $1/300$ rozpětí prvku. Také se nesmí objevit trvalá deformace nebo jiná poškození po testování. Po dokončení zátěžového testu se musí provést NDT zkouška a vizuální kontrola zvedacích ok. [5]

Zkouška volným pádem se provádí zatížením podlahy kontejneru maximální hmotností nákladu. Zvedá se za čtyři úchopové body tak, aby byl kontejner minimálně 5 cm nad zemí a byl nakloněn o předepsaný úhel 5° . Následuje uvolnění závěsu kontejneru tak, aby došlo k pádu. Uvolnění se provádí pomocí speciálního háku, který můžeme vidět na obr. 2.1. [5]



Obr. 2.1: Speciální hák

Zkouška náklonu se provádí takovým způsobem, že se do těžiště umístí zátěž o hmotnosti 1,6 ratingu. S tímto kontejnerem se provede náklon 30° po jeho delší straně. Při tomto náklonu kontejner musí dopadnout zpět na podlahu. Nesmí se převrátit na bok. [5]

b) Produkční testování

Během sériové výroby Offshore kontejneru se musí provádět zátěžové testy za čtyři body. Toto testování se provádí pouze na náhodně vybraných kusech podle tabulky, která je na obrázku 2.2. [5]

Table 5-4 Containers to be production tested	
<i>Total number in series</i>	<i>Number to be tested¹⁾</i>
1 - 5	1
6 - 10	2
11 - 20	3
21 - 40	4
≥ 40	10%
1) This may include the prototype test.	

Obr. 2.2: Tabulka DNV 5-4 [5]

Pro produkční testování kontejneru mají výrobci přizpůsobené pracoviště. Příklad tohoto pracoviště vidíme na obr. 2.3. Na tomto zařízení vyvíjí potřebnou zátěž hydraulický tlak.



Obr. 2.3: Testovací zařízení

3. Konstrukční řešení rozkládacího Offshore kontejneru

Kontejner je určen k přepravě nadrozměrného nákladu. Manipulace s tímto nákladem se provádí pomocí háku. Při použití kontejneru, který je nerozebíratelný, nelze použít hák, což je velice nevýhodné. Možnost naložení nadrozměrného nákladu se dá provést pouze do otevřeného kontejneru. V takovýchto případech použití otevřeného kontejneru náklad není chráněn před povětrnostními vlivy.

Návrh řešení je přizpůsoben tak, aby se umožnilo vložit nadrozměrný náklad do kontejneru za pomoci háku a náklad byl chráněn před povětrnostními vlivy. Kontejner je nutné rozdělit na dvě části, podlahu a plášť. Rohové prvky kontejneru budou umístěny odděleně na každé části. Primární struktura v tomto případě bude tvořit sestavu dvou celků. Řešení tohoto kontejneru má splnit snadné a rychlé rozložení a vyhovovat všem vztahujícím se normám a bezpečnostním podmínkám.

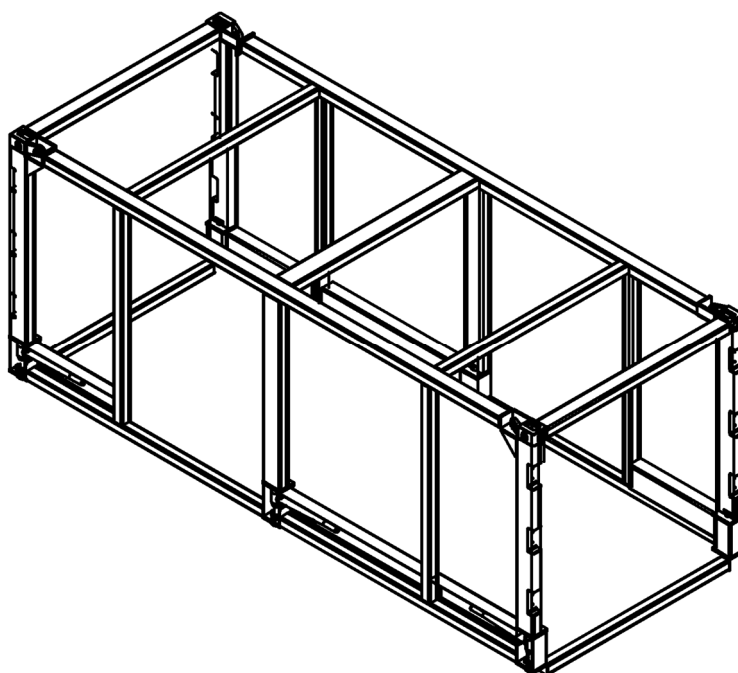
Kompletní neboli sekundární konstrukce se skládá z primární oddělitelné konstrukce, na kterou se pomocí pantů nasadí čtvery dveře. Tyto dveře se opatří zámky a těsněním. K zakrytí boků a střechy kontejneru jsou použity normalizované plechy. Celá tato konstrukce je znázorněna na obrázku 3.1 a v příloze 1.



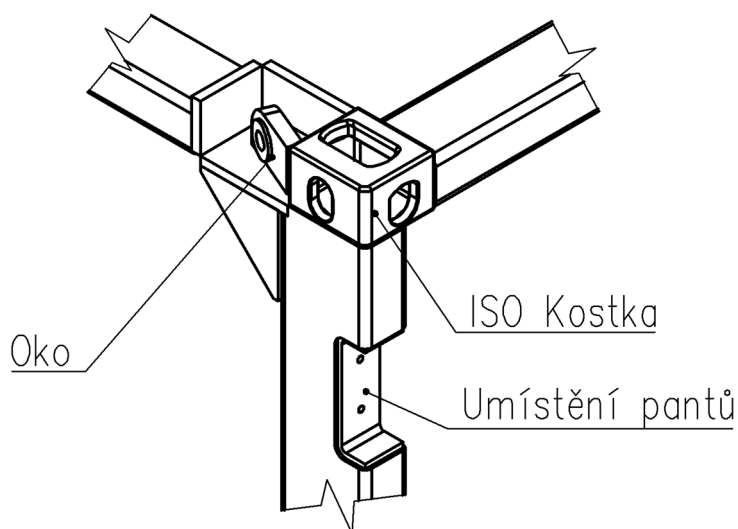
Obr. 3.1: Sekundární konstrukce

3.1 Plášť

Plášť je tvořen z profilové konstrukce. V horních rozích se nachází standardizované rohové prvky doplněné o zvedací oka. Tato oka jsou specifická pro Offshore kontejnery a jsou navrhována dle normy DNV 2.71. Manipulace prázdného nebo naloženého kontejneru se provádí za tato oka nebo za zvedací kapsy, které jsou umístěny v podlaze. V přední a zadní části se umístí standardizované dveře. Pokud nebude náklad nadrozměrný, může se kontejner použít jako klasický. Pro snadné spojení pláště a podlahy se do spodních částí umístí naváděcí prvky, které utvoří příčník a kapsy v podélném nosníku spodní části pláště. Nejdůležitější části pláště se stanou spojovací rohové prvky, které nám zajišťují spojení pláště s podlahou.



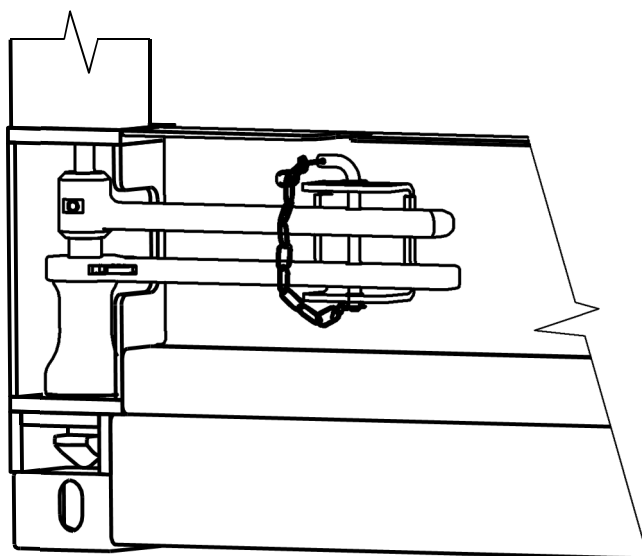
Obr. 3.2: Plášť konstrukce



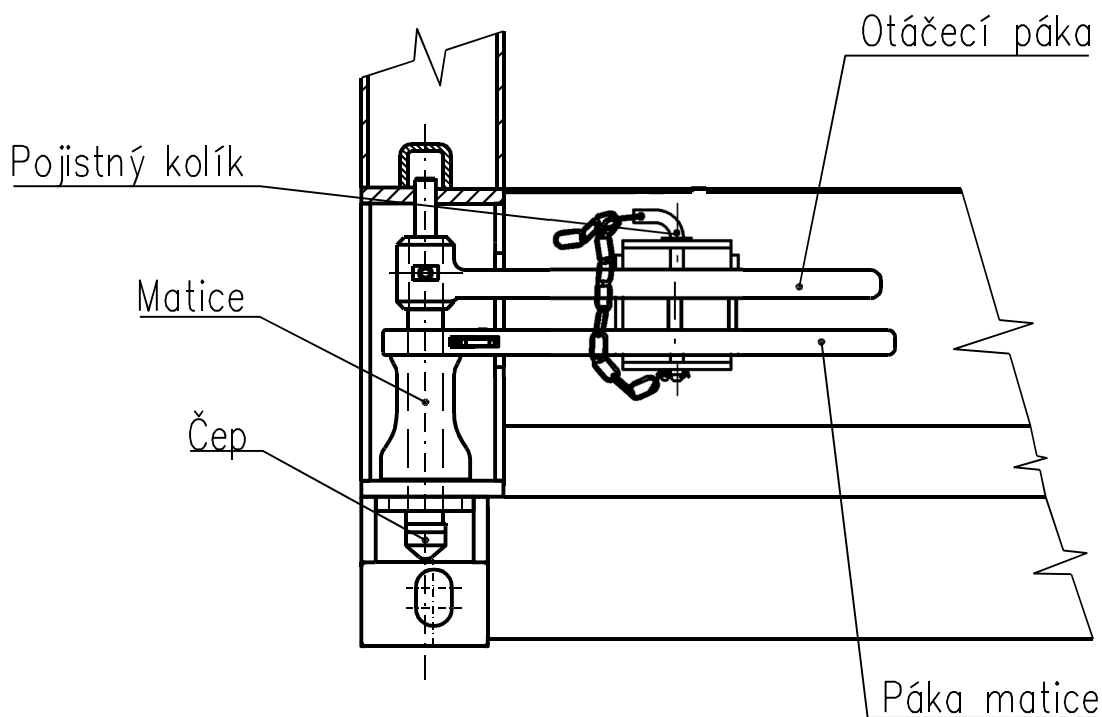
Obr. 3.3: Detail standardizovaného rohového prvku

3.2 Spojovací prvek

Řešení spojovacího prvku je hlavní částí tohoto návrhu. Tento prvek je znázorněn na obrázku 3.4. Skládá se z čepu, matice a dvou pák. Spojení pláště s podlahou se provede přes čep. Horní páka se pevně spojí s čepem pomocí čtyřhranu a kolíku. Spodní páka je součástí matice, která je našroubovaná na čepu. Toto spojení je provedeno pomocí lichoběžníkového rovnoramenného závitu. Obě tyto páky se zajistí v pracovní poloze pomocí kolíku jištěného sponkou.



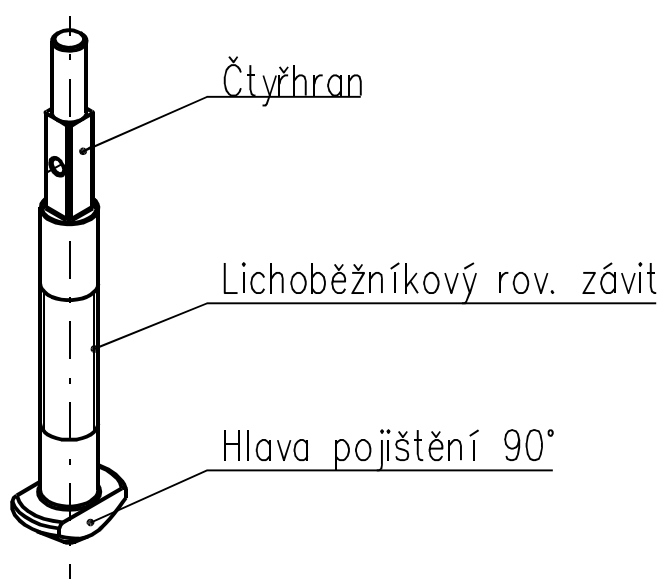
Obr. 3.4: Konstrukce uzlu



Obr. 3.5: Schéma uzlu

3.2.1 Čep

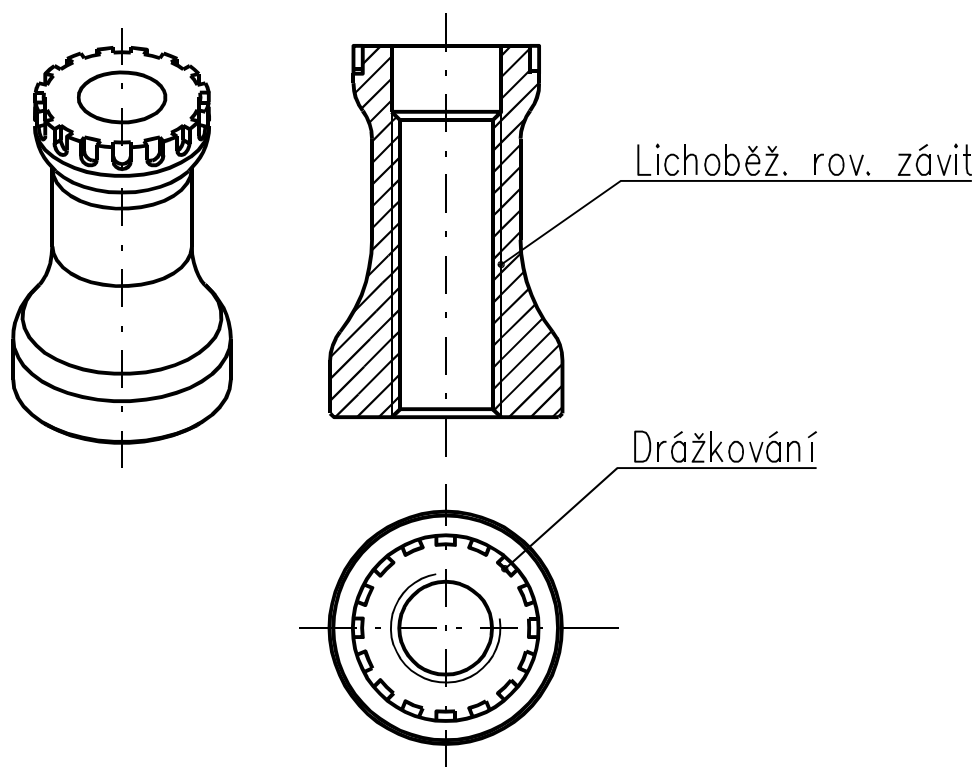
Čep je vyroben z materiálu 11 600, který zaručuje dostatečnou pevnost a houževnatost. Konstrukce čepu se provede tak, že ve spodní části se vytvoří kužel, který se v protilehlých místech ofrézuje. Vrchol kuželu pomáhá zasunout čep do protikusu, který se nachází na podlaze. Čep lze zasunout do spodní západky jen v jedné poloze. V pootočené poloze je zajištěný. Ve střední části čepu se nachází lichoběžníkový závit, který nese celkové zatížení. Na tento závit se našroubuje matice, která dotáhne čep v zajištěné poloze. Na horní části čepu se nachází obrobený čtyřhran s otvorem pro kolík, na který se nasadí a zajistí horní páka. Čep se zakončí obrobeným válcovitým tvarem pro vodící pouzdro.



Obr. 3.6: Schéma čepu

3.2.2 Matice

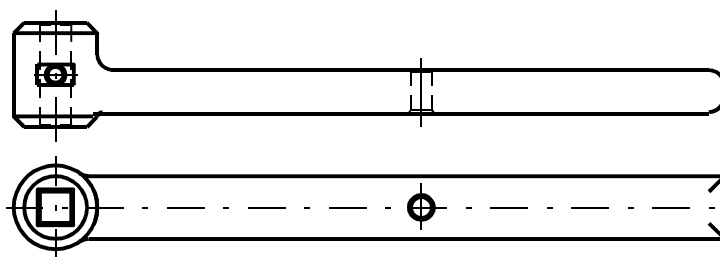
Matice je vyrobena z materiálu 11 600. Po obvodu horní části matice se vyfrézují zuby pro zapadnutí západky rohatky. Mechanismus rohatky je jednoduchý a umožní matici dotáhnout a povolit. Dolní část matice je rozšířená, aby se napětí rozložilo na rámovou konstrukci pláště. Mazání matice se šroubem se kvůli podmínkám na moři nebere v potaz.



Obr. 3.7: Schéma matice

3.2.3 Otáčecí páka

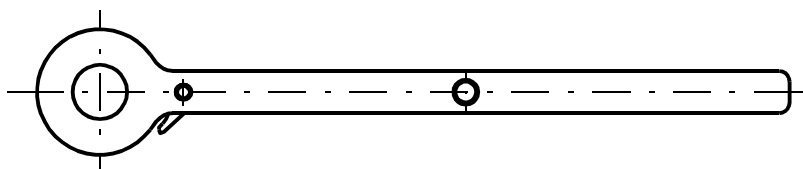
Je jednoduchá a masivní. Délka páky se volí tak, aby umožnila pohodlně zajistit čep. Páka má dvě polohy, zajištěno a povoleno. V povolené pozici páka vyčnívá od kontejneru tak, aby pohledem bylo možné zjistit stav odjištění. Výrobci se doporučí, aby zajistil natření páky červenou barvou.



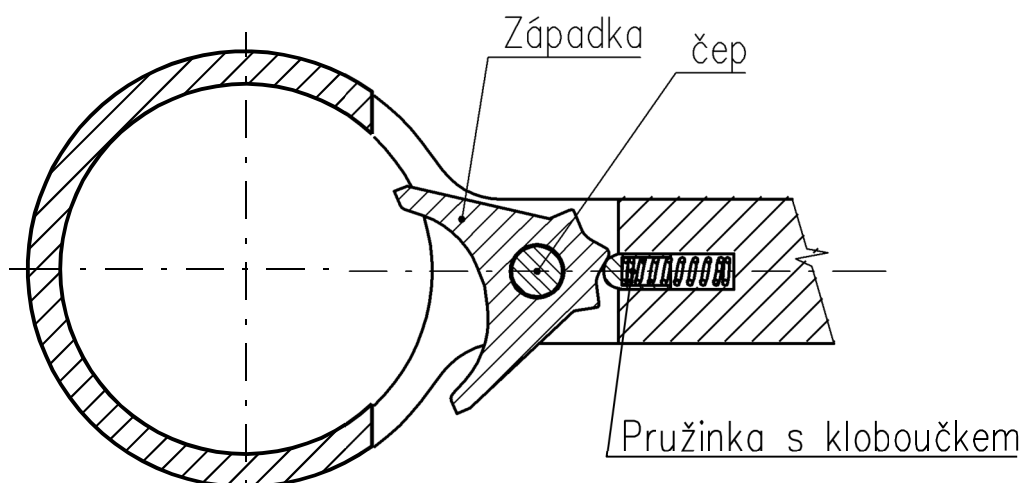
Obr. 3.8: Otáčecí páka

3.2.4 Páka matice

V páce matice je uchycena západka na čepu. Touto západkou se mění smysl otáčení matice. Pro aretaci západky se použila přítlačná pružina s posuvným palcem. Přítlačná pružina se umístí do osy páky a vyvíjí sílu na západku, která je tvarově přizpůsobena tak, aby přeskakovala do dvou poloh. Oko páky se nasadí na matici tak, aby západka zapadala do zubu matice. Výrobci se opět doporučí natřít páku červenou barvou.



Obr. 3.9: Páka matice

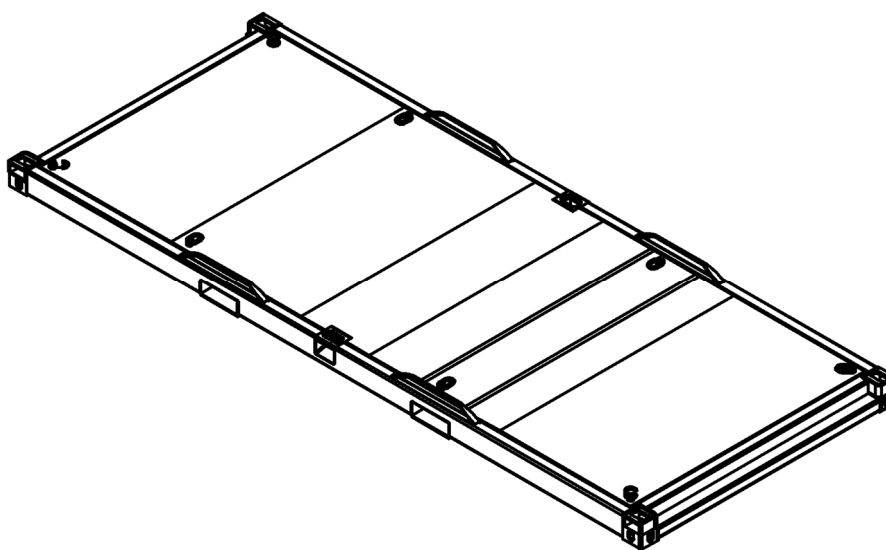


Obr. 3.10: Řez pákou matice

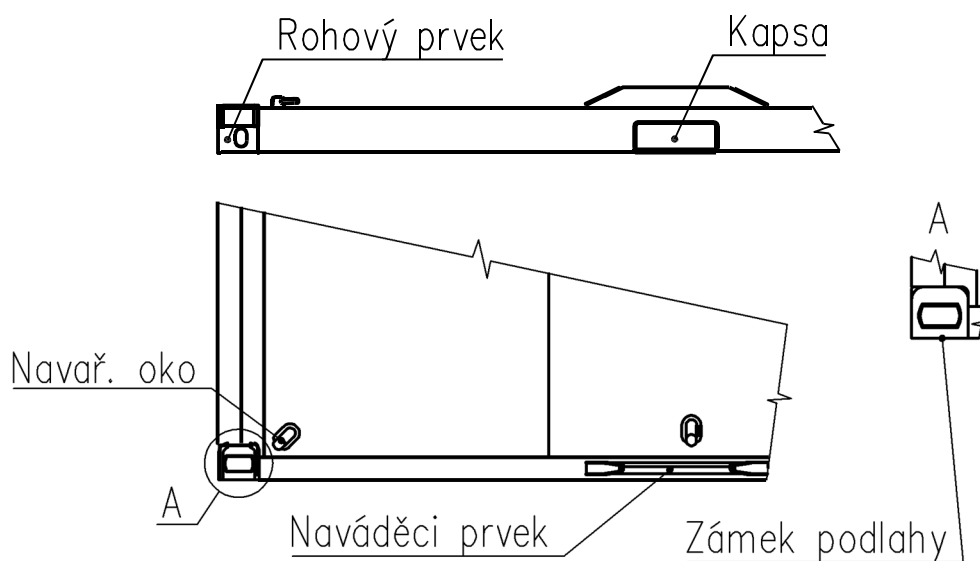
3.3 Podlaha

Samostatná podlaha tvoří spodní část kontejneru. Lze na ni pohodlně umístit jakýkoliv náklad. Podlaha je svařenec z příčníků a podélníků. V rozích se nachází standardizované rohové prvky. Na podlaze jsou navařeny spodní části zámku spojovacího prvku. Tyto zámky se navaří nad rohové prvky. V případě 20ft kontejneru se umístí i doprostřed podélníku.

Pro přesné navedení pláště na podlahu se navaří na příčnících naváděcí prvky, které slouží i jako výztuha konstrukce. Do podlahy se umístí kapsy dle Offshore pravidel tak, aby bylo možno s kontejnerem manipulovat pomocí vysokozdvizného vozíku. Součástí podlahy jsou navařovací oka pro uchycení nákladu.



Obr. 3.11: Podlaha



Obr. 3.12: Detail podlahy

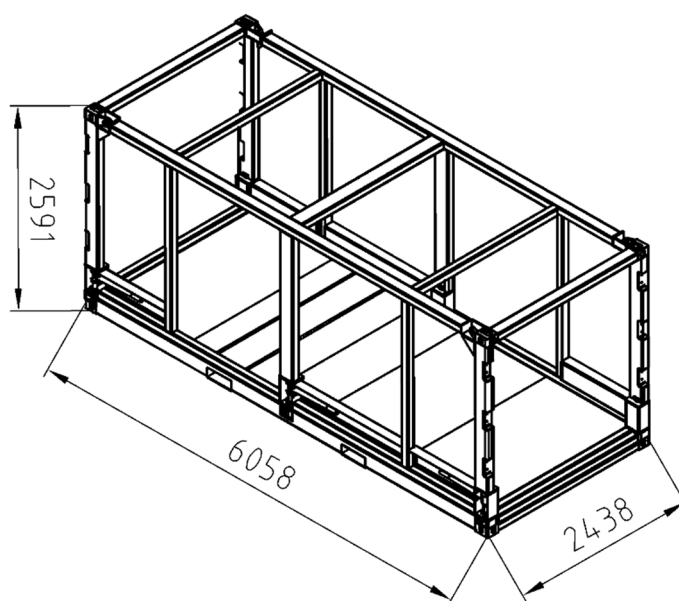
4. Pevnostní kontrola a návrh kontejnerů

Pevnostní kontrola vychází ze základního návrhu. Kontrola spočívá v určení hodnoty rating, ze které se následně zvolí velikost zvedacích prvků. Zvedací prvky určují základní rozměry ok. Tato oka se pevnostně kontrolují na stříh a otláčení dle normy DNV 2.71. Dále se provádí kontrola svaru oka, kontrola podlahy a spojovacího prvku, který tvoří čep a matici.

4.1 Základní návrh a požadavky pro 20ft Offshore kontejner

Kontejner se opatří čtyřmi závěsnými oky a dvěma závěsnými kapsami. Pro spojení podlahy s pláštěm se volí šest spojovacích prvků. Pro všechny Offshore kontejnery dle hlavních standardů platí základní požadavek, že všechny svary na primární struktuře musí být průvarové. Rozměry pro 20ft kontejnery se stanovují dle příslušné normy. Nosnost kontejneru se zpravidla stanovuje výrobcem, popřípadě zákazníkem. Dimenzování konstrukce se odvíjí od zvolené nosnosti. Pro 20ft kontejner se volí tyto parametry:

Celková délka	:	6 058 mm, 20'
Celková výška	:	2 591 mm, 8'6"
Celková šířka	:	2 438 mm, 8'
Minimální návrhová teplota	:	-20°C
Maximální úhel mezi závěsem a svislicí	:	45°
Maximální počet stohování	:	zakázáno
Maximální únosnost kontejneru	:	10 000 kg



Obr. 4.1: Základní rozměry kontejneru

Další doplňkové rozměry a parametry kontejneru:

Vnitřní délka kontejneru	:	5 658 mm
Vnitřní šířka kontejneru	:	2 174 mm
Vnitřní výška kontejneru	:	2 263 mm
Váha primární konstrukce	:	3 480 kg
Váha celkové konstrukce	:	4 845 kg

Kontejner je navržen z oceli S355J2, pro kterou platí hodnoty: [8]

- Mez pevnosti v tahu $R_{mS355J2} = 470 \text{ MPa}$
- Mez pevnosti kluzu $R_{eS355J2} = 345 \text{ MPa}$

Maximální dovolené napětí Von Mises equivalent dle DNV 2.71: [5]

$$\sigma_{VMe} = 0,85 \cdot R_{eS355J2} = 0,85 \cdot 345 = 293,25 \text{ MPa} \quad (4.1)$$

4.2 Určení hodnoty Rating

Maximální únosnost ok na kontejneru se kontroluje na hodnotu rating R = 15 500 kg. Stanoveným zatížením se určí bezpečnostní koeficient, který je dán normou DNV 2.71 dle tabulky 8-1. [5]

Únosnost se stanovuje tak, aby hmotnost celkového nákladu byla v toleranci $\pm 3\%$. Maximální náklad se pohybuje v rozmezí $10\,000 \pm 300 \text{ kg}$ a hmotnost konstrukce je 4 845 kg. Sečtením hodnot a následným porovnáním se z tabulky zvolí hodnota ratingu R. [5]

<i>Table 8-1 Determination of Working Load Limit</i>		
<i>Rating (kg)</i>	<i>Enhancement factor</i>	<i>Minimum required Working Load Limit (WLL min) (t)</i>
500	-	7.00
1 000	-	7.00
1 500	-	7.00
⋮	⋮	⋮
15 500	1.267	19.64
⋮	⋮	⋮

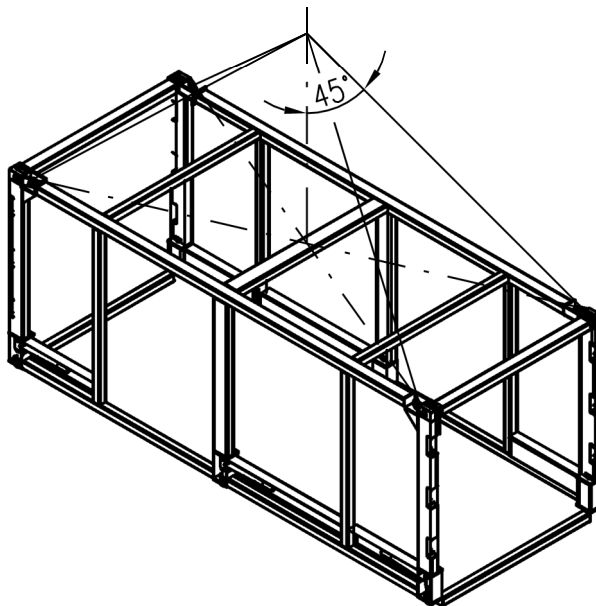
Obr. 4.2: Tabulka DNV 8-1 [5]

Z tabulky se vyčtou potřebné hodnoty:

Součinitel bezpečnosti	:	$k_e = 1,267$
Minimální požadované pracovní zatížení	:	$m_w = 19\,640 \text{ kg}$

4.3 Výpočet a volba závěsného třmenu

Výpočet síly je ovlivněn úhlem. Tento úhel $\beta=45^\circ$ je dán osou kontejneru a zvedacím zařízením. Je znázorněn na obrázku 4.3.



Obr. 4.3: Úhel zvedacího zařízení s osou kontejneru

Určení maximální tíhy na jedno oko m_{wo} : [5]

$$m_{wo} = \frac{m_w}{(n-1) \cdot \cos \beta} = \frac{19\,640}{(4-1) \cdot \cos 45^\circ} = 9\,258\,kg \quad (4.2)$$

- n = počet závěsných ok

Odpovídající zatížení se přiřadí k rozměrům zvedacího třmenu. Standardizované rozměry třmenu jsou předepsány normou DNV 2.71. Tyto rozměry vyčteme z obrázku 4.4.

<i>Table D-1 Standard shackles</i>				
Nominal WLL (tonnes)	Pin diameter* (mm)	Inside width at pin (mm)	Inside length of Dee shackles (mm)	Inside length of Bow shackles (mm)
3.25	19	27	47	57
4.75	22	31	52	65
6.5	25	36	65	76
8.5	28	43	74	88
9.5	32	46.5	83	101
12	35	51.5	87	108
13.5	38	57	104	126
17	42	60	115	139
25	50	74	139	168
* According to 8.3.2.3 the shackle pins shall have a tolerance of -0/+3 % on the diameter.				

Obr. 4.4: Tabulka DNV D-1 [5]

Z obrázku 4.4 byl zvolen závěsný třmen s hodnotami WLL = 9,5 tun a průměr třmenu 32 mm.

4.4 Výpočet a kontrola rozměrů ok

Základní rozměry oka se volí ze závěsného třmenu:

Průměr díry pro čep (<1,06 * Pin diameter)	:	$D_H = 33 \text{ mm}$
Celková tloušťka oka (<1,14 * Inside width at pin)	:	$t = 41 \text{ mm}$
Tloušťka nákrůžků	:	$t_c = 8 \text{ mm}$
Tloušťka desky	:	$t_d = 25 \text{ mm}$

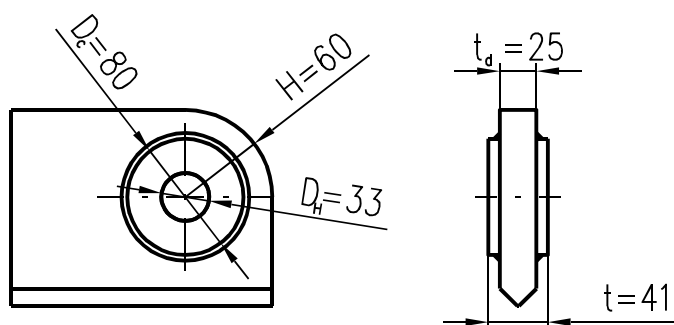
Pro další návrh rozměru se musí vypočítat výsledná závěsná síla: [5]

$$F_{RSL} = \frac{3 \cdot R \cdot g}{(n-1) \cdot \cos \beta} = \frac{3 \cdot 15\,500 \cdot 9,81}{(4-1) \cdot \cos 45^\circ} = 215\,038 \text{ N} \quad (4.3)$$

- n = počet závěsných ok

Dále se volí rozměry:

Rádus oka	:	$H = 60 \text{ mm}$
Průměr nákrůžků	:	$D_c = 80 \text{ mm}$



Obr. 4.5: Schéma oka

Kontrola smykového napětí v oku dle DNV 2.71: [5]

$$\sigma_{tear} = \frac{3 \cdot F_{RSL}}{2 \cdot H \cdot t_d - D_H \cdot t_d} = \frac{3 \cdot 215\,038}{2 \cdot 60 \cdot 25 - 33 \cdot 25} = 296,6 \text{ MPa} \quad (4.4)$$

$$\sigma_{tear} < R_{eS355J2} \rightarrow 296,6 < 345$$

Podmínka vyhovuje.

Kontrola napětí v dotyku dle DNV 2.71: [5]

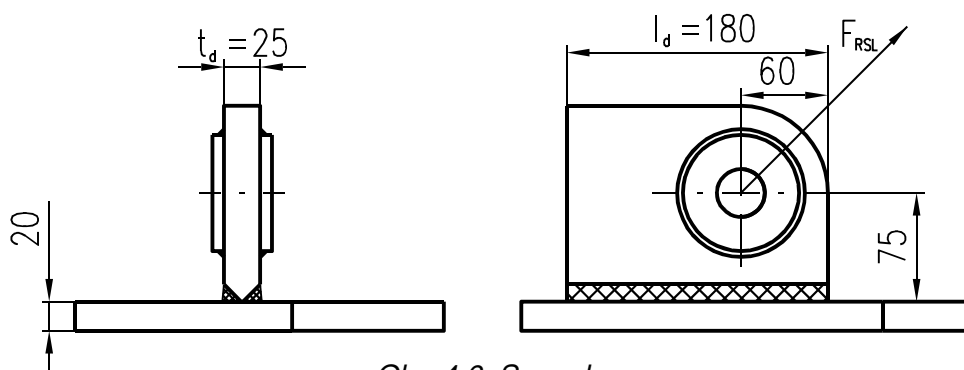
$$\sigma_{cont} = 23,7 \cdot \sqrt{\frac{F_{RSL}}{D_H \cdot t}} = 23,7 \cdot \sqrt{\frac{215\,038}{33 \cdot 41}} = 298,8 \text{ MPa} \quad (4.5)$$

$$\sigma_{cont} < R_{eS355J2} \rightarrow 298,8 < 345$$

Podmínka vyhovuje.

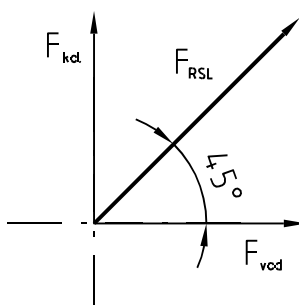
4.5 Kontrola svaru spojujícího oko s deskou

Spojení oka s rámem se utvoří pomocí $\frac{1}{2}$ V svaru. Tento svar se musí zkontrolovat na jeho únosnost. Z obrázku 4.6 vyčteme potřebné údaje k výpočtu.



Obr. 4.6: Svar oka

Rozložení výsledných sil:



Obr. 4.7: Rozložení sil

$$F_{kol} = F_{RSL} \cdot \cos 45^\circ = 215\,038 \cdot \cos 45^\circ = 152\,055 \text{ N} \quad (4.6)$$

$$F_{vod} = F_{RSL} \cdot \sin 45^\circ = 215\,038 \cdot \sin 45^\circ = 152\,055 \text{ N} \quad (4.7)$$

Výpočet napětí ve svaru působením kolmé složky:

$$\sigma_{\perp}^{F_{kol}} = \frac{F_{kol}}{S_{svar}} = \frac{152\,055}{t_d \cdot l_d} = \frac{152\,055}{25 \cdot 180} = 33,79 \text{ MPa} \quad (4.8)$$

Výpočet napětí ve svaru působením vodorovné složky:

$$\tau_{\parallel}^{F_{vod}} = \frac{F_{vod}}{S_{svar}} = \frac{152\,055}{t_d \cdot l_d} = \frac{152\,055}{25 \cdot 180} = 33,79 \text{ MPa} \quad (4.9)$$

Výpočet redukovaného napětí:

$$\sigma_{reds} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\perp}^{F_{kol}}}{k_1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{\parallel}^{F_{vod}}}{k_2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{33,79}{1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{33,79}{0,7}\right)^2} = 90,18 \text{ MPa} \quad (4.10)$$

Bezpečnostní koeficienty k_1 a k_2 dle zdroje: [4].

Bezpečnost svaru:

$$k_s = \frac{R_{eS355J2}}{\sigma_{reds}} = \frac{345}{90,18} = 3,8 > k_e = 1,267 \quad (4.11)$$

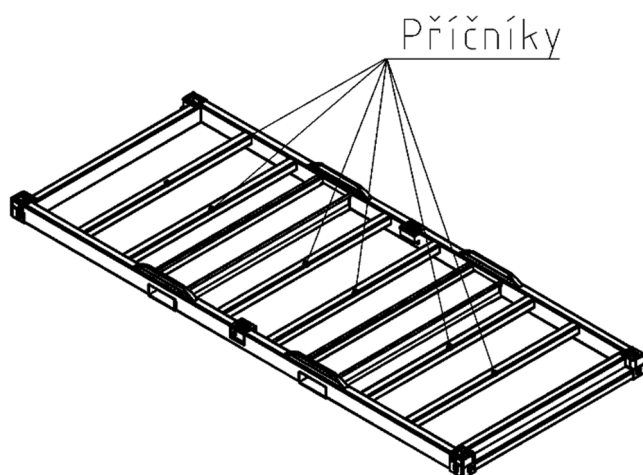
Bezpečnost svaru vyhovuje.

4.6 Kontrola a výpočet podlahy

Kontrola podlahy se provede na příčné vzpěře, na kterou působí zatížení nákladu. Příčníky se kontrolují na ohyb.

Zatížení dané pro výpočet primární struktury normou DNV 2.71: [5]

$$F_L = 2,5 \cdot R \cdot g = 2,5 \cdot 15\,500 \cdot 9,81 = 308\,138\,N \quad (4.12)$$



Obr. 4.8: Podlaha s detailem na příčníky

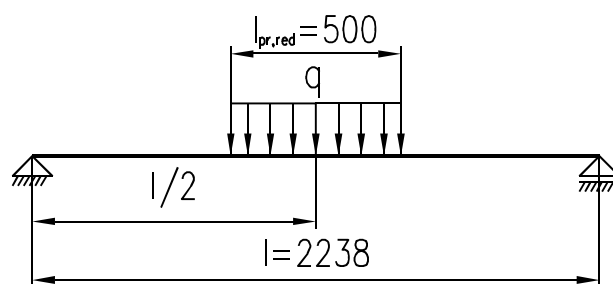
Kontrola se provádí na minimální počet zatížených příčníků. Počet příčníků, které musí splnit dostatečnou bezpečnost v ohybu, jsou dva.

Zatížení jednoho příčníku:

$$F_{pr} = \frac{F_L}{2} = \frac{308\,138}{2} = 154\,069\,N \quad (4.13)$$

Příčník nebude nikdy zatížen po celé jeho délce, tudíž jeho redukovaná délka je volena $l_{pr,red} = 500\,mm$:

$$q = \frac{F_{pr}}{S_{pr}} = \frac{F_{pr}}{a_{pr} \cdot l_{pr,red}} = \frac{154\,069}{100 \cdot 500} = 3,1\, \frac{N}{mm} \quad (4.14)$$

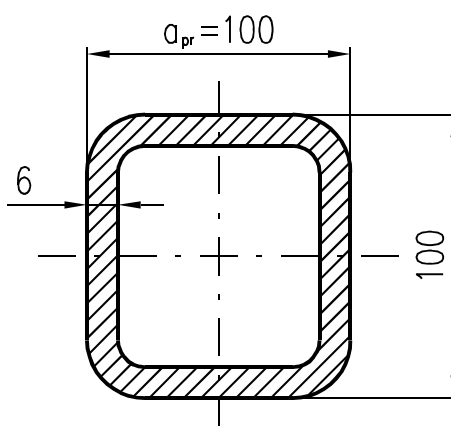


Obr. 4.9: Působení zatížení na příčník

Výpočet maximálního ohybového momentu:

$$M_{oMAX} = \frac{q \cdot l_{pr,red}}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{q}{2} \cdot \left(\frac{l_{pr,red}}{2} \right)^2 \quad (4.15)$$

$$M_{oMAX} = \frac{3,8 \cdot 500}{2} \cdot \frac{2\,238}{2} - \frac{3,8}{2} \cdot \left(\frac{500}{2} \right)^2 = 944\,300 \text{ Nmm}$$



Obr. 4.10: Profil příčníku

Maximální napětí na příčníku:

$$\sigma_{oMAX} = \frac{M_{oMAX}}{W_o} = \frac{944\,300}{73200} = 12,9 \text{ MPa} < \sigma_{oDOV} \quad (4.16)$$

Modul průřezu v ohybu W_o dle zdroje: [16].

$$\sigma_{oDOV} = R_{eS355J2} = 345 \text{ MPa}$$

Příčník napětí vyhovuje.

4.7 Kontrola čepu a výpočet matice

Čep a matice jsou navrženy z oceli 11 600, pro kterou platí hodnoty: [2]

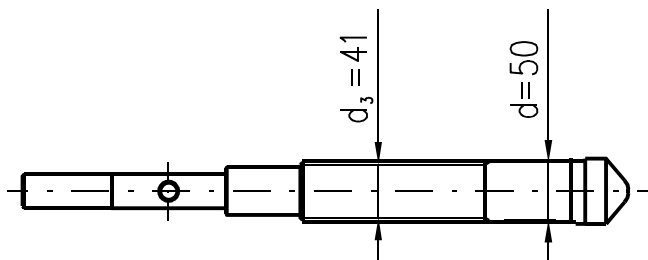
- Mez pevnosti v tahu $R_{m11600} = 590 \text{ MPa}$
- Mez pevnosti kluzu $R_{e11600} = 295 \text{ MPa}$
- Mez pevnosti tlaku $p_{DOV} = 110 \text{ MPa}$

Reálně možný počet zatížených čepů při nedostatečném zajištění kontejneru jsou tři. Na tento počet se vztáhne zatížení dané pro výpočet primární struktury normou DNV 2.71.

Zatížení jednoho čepu:

$$F_{cep} = \frac{F_L}{3} = \frac{380\,138}{3} = 126\,713 \text{ N} \quad (4.17)$$

Kontrola čepu na tah:



Obr. 4.11: Čep

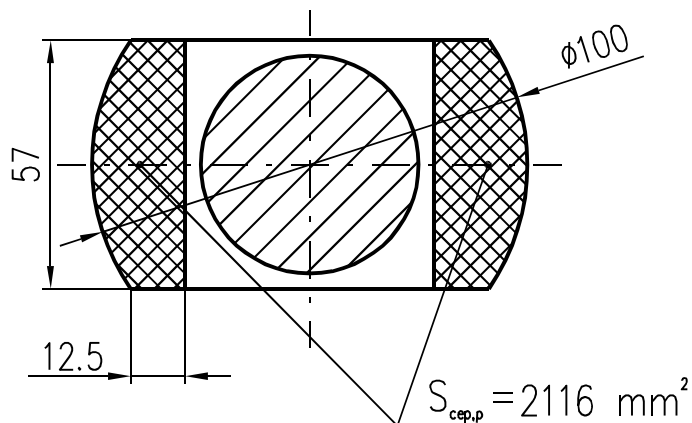
Kritický průřez:

$$\sigma_{Tc} = \frac{F_{cep}}{S_{cep,T}} = \frac{126\,713}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{126\,713}{\frac{\pi \cdot 41^2}{4}} = 95,98 \text{ MPa} \quad (4.18)$$

$$k_{cT} = \frac{R_{e11600}}{\sigma_{Tc}} = \frac{295}{64} = 3 > k_e = 1,267 \quad (4.19)$$

Čep zatížení na tah vyhovuje.

Kontrola čepu na otláčení:



Obr. 4.12: Plocha otláčení čepu

$$p_{cep} = \frac{F_{cep}}{S_{cep,p}} = \frac{126\,713}{2\,116} = 59,9 \text{ MPa} \quad (4.20)$$

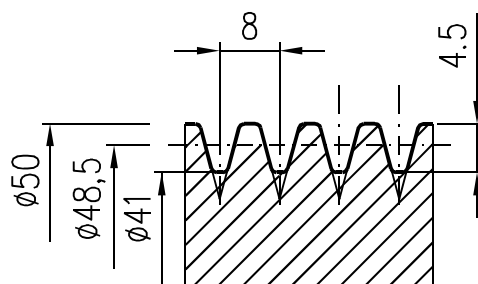
$$k_{cp} = \frac{p_{DOV}}{p_{cep}} = \frac{110}{59,9} = 1,8 > k_e = 1,267 \quad (4.21)$$

Čep vyhovuje maximálnímu dovolenému otláčení.

a) Výpočet a kontrola závitu:

Průměru $d = 50 \text{ mm}$ odpovídá velikost závitu Tr 50x8, pro který platí tyto hodnoty:

Stoupání závitu	:	$P = 8 \text{ mm}$
Jmenovitý rozměr	:	$d = 50 \text{ mm}$
Velký průměr závitu	:	$D = 50,5 \text{ mm}$
Střední průměr závitu	:	$d_2 = 48,5 \text{ mm}$
Malý průměr závitu	:	$d_3 = 41 \text{ mm}$
Vůle ve vrcholu závitu	:	$a_c = 0,5 \text{ mm}$



Obr. 4.13: Profil lichoběžníkového rov. závitu

Pevnostní kontrola dle Guestovy pevnostní hypotézy závitu. [3]

$$\sigma_{redz} = \sqrt{\sigma_{dcep}^2 + 4 \cdot \tau^2} \leq \sigma_{DOV} \quad (4.22)$$

Kde normálové napětí σ_d namáhání v tlaku a smykové napětí τ krutu se určí pomocí vztahů:

Výpočet namáhání v tlaku σ_{dcep} :

$$\sigma_{dcep} = \frac{F_{cep}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{126\,713}{\frac{\pi \cdot 41^2}{4}} = 95,98 \text{ MPa} \quad (4.23)$$

Dříve než se vypočte napětí v krutu τ , musí se jako první určit úhel stoupání ψ závitu a redukovaný třecí úhel φ' závitu.

$$\psi = \tan^{-1} \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \tan^{-1} \frac{8}{\pi \cdot 48,5} = 3,01^\circ \quad (4.24)$$

Pro f_z volím hodnoty ocel-ocel nemazáno, hodnotu $f_z = 0,2$. [3]

$$\varphi' = \tan^{-1} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \tan^{-1} \frac{0,2}{\cos \frac{30}{2}} = 11,7^\circ \quad (4.25)$$

Kontrola samosvornosti závitu, pro kterou platí:

$$\psi \leq \varphi' \rightarrow 3,01 \leq 11,7$$

Podmínka samosvornosti je splněna.

Výpočet namáhání v krutu τ :

$$\tau = \frac{M_{TZ}}{W_k} = \frac{F_{cep} \cdot \tan(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{126\,713 \cdot \tan(3,01 + 11,7) \cdot \frac{48,5}{2}}{\frac{\pi \cdot 41^3}{16}} \quad (4.26)$$

$$\tau = 59,61 \text{ MPa}$$

Výpočet redukovaného napětí:

$$\sigma_{redz} = \sqrt{\sigma_{dcep}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{95,98^2 + 4 \cdot 59,61^2} = 153,1 \text{ MPa} \quad (4.27)$$

$$k_z = \frac{R_{e11600}}{\sigma_{redz}} = \frac{295}{153,1} = 1,93 > k_e = 1,267 \quad (4.28)$$

Pevnostní kontrola dle Guestovy pevnostní hypotézy vyhovuje.

Výpočet matice: [3]

Potřebný počet závitů z:

$$z \geq \frac{F_{cep}}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_D} \quad (4.29)$$

Nosná hloubka závitů H_1 se určí pomocí vztahu:

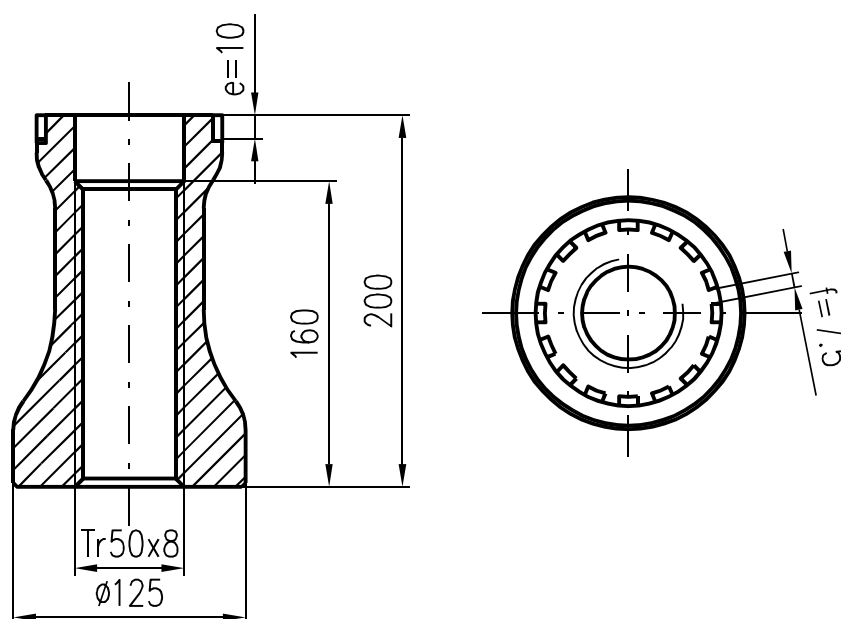
$$H_1 = \frac{d - D_1}{2} = \frac{50 - 47}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

Dovolený tlak v závitech $p_{Dz11600} = 37,5 \text{ MPa}$ [1]

$$z = \frac{126\,713}{\pi \cdot 48,5 \cdot 1,5 \cdot 37,5} = 14,79$$

$$h_M = z \cdot P = 14,79 \cdot 8 = 118,32 \text{ mm} \rightarrow 120 \text{ mm} \quad (4.30)$$

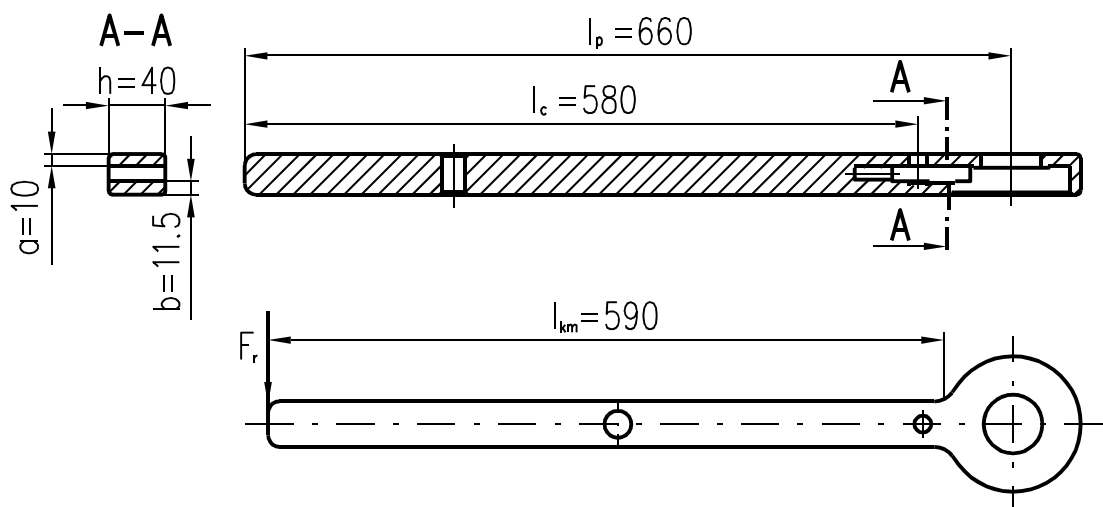
Minimální výška matice vychází 120 mm. Konstrukčním řešením byla výška upravena na 160mm. Rozměry matice jsou znázorněny na obrázku 4.14.



Obr. 4.14: Rozměry matice

4.8 Kontrola a výpočet utahovacího momentu dotahovací páky

K vyvození síly na páku je potřebné znát sílu lidské ruky, ta se volí $F_r = 300 \text{ N}$. [3]



Obr. 4.15: Délka páky a kritické místo

Výpočet utahovacího momentu vyvolaného navrženou pákou:

$$M_{Tzp} = \frac{L_p \cdot F_r}{2} = \frac{660 \cdot 300}{2} = \frac{660 \cdot 300}{2} = 99\,000 \text{ Nm} [3] \quad (4.31)$$

Kontrola průřezu páky:

Kritický průřez páky je zobrazen v řezu A na obr. 4.15.

$$\sigma_{op} = \frac{M_{km}}{W_o} = \frac{F_r \cdot l_{km}}{\frac{a \cdot h^3}{12} + \frac{b \cdot h^3}{12}} = \frac{300 \cdot 590}{\frac{10 \cdot 40^3}{12} + \frac{11,5 \cdot 40^3}{12}} = 1,5 \text{ MPa} \leq \sigma_{opDOV} \quad (4.32)$$

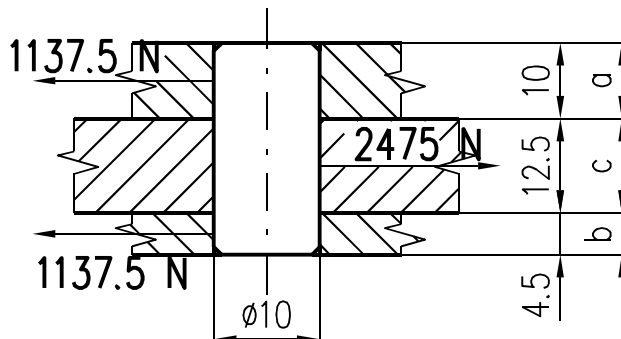
$$\sigma_{opDOV} = \sigma_{VMe} = 293,25 \text{ MPa}$$

Průřez páky vyhovuje.

4.9 Kontrola čepu páky a západky

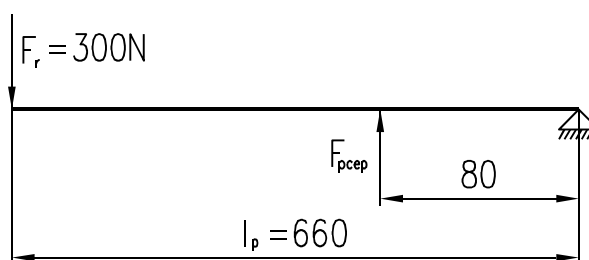
Čep páky a západka se vyrobí z materiálu 11600, pro který platí. [2]

- Mez pevnosti ve smyku $\tau_{DOV} = 295 \text{ MPa}$
- Mez pevnosti tlaku $p_{DOV} = 110 \text{ MPa}$



Obr. 4.16: Čep páky

Působení síly na čep páky:



Obr. 4.17: Síla na čep páky

$$F_{pcep} = \frac{F_r \cdot L_p}{80} = \frac{300 \cdot 660}{80} = 2\,475 \text{ N} \quad (4.33)$$

Kontrola čepu páky na stříh:

$$\tau_{cs} = \frac{F_{pcep}}{S_{cs}} = \frac{2\,475}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2\,475}{\frac{\pi \cdot 10^2}{4}} = 31,51 \text{ MPa} < \tau_{DOV} = 295 \text{ MPa} \quad (4.34)$$

Čep páky na stříh vyhovuje.

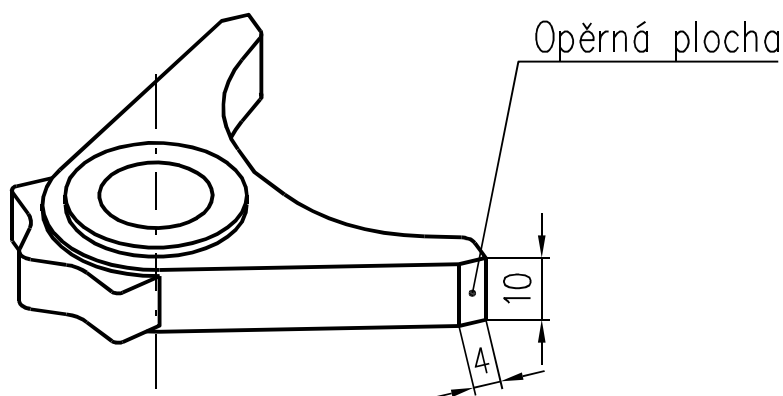
Kontrola čepu na otláčení:

$$p_{cs1} = \frac{F_{pcep}}{S_{co1}} = \frac{2\,475}{a \cdot d + b \cdot d} = \frac{2\,475}{10 \cdot 10 + 4,5 \cdot 10} = 17,1 \text{ MPa} < p_{DOV} \quad (4.35)$$

$$p_{cs2} = \frac{F_{pc}}{S_{co2}} = \frac{2\,475}{c \cdot d} = \frac{2\,475}{12,5 \cdot 10} = 19,8 \text{ MPa} < p_{DOV} = 110 \text{ MPa} \quad (4.36)$$

Čep páky na otláčení vyhovuje.

Kontrola západky na otláčení:



Obr. 4.18: Západka

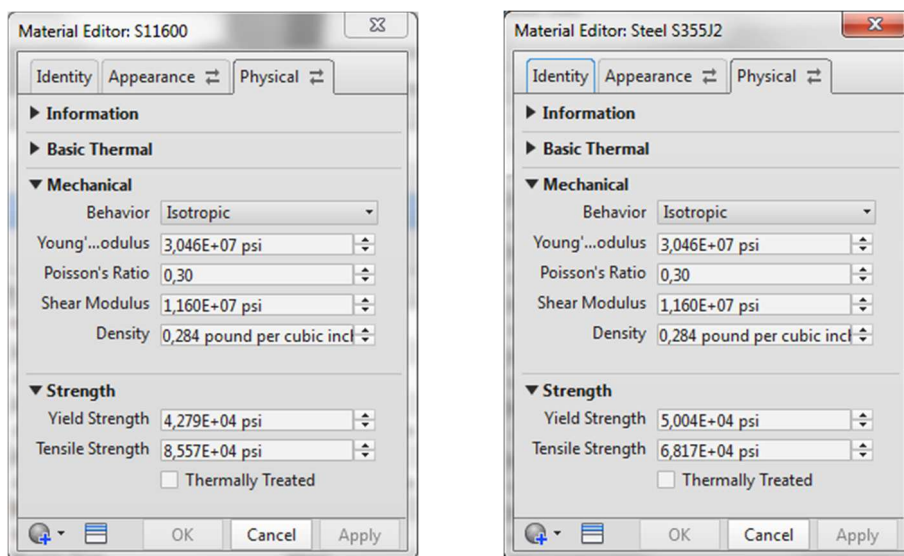
$$p_{zap} = \frac{F_{pcep}}{S_{zap}} = \frac{2\,475}{4 \cdot 10} = 61,9 \text{ MPa} \quad (4.37)$$

$$k_{zap} = \frac{p_{zap}}{p_{DOV}} = \frac{110}{61,9} = 1,77 > k_e = 1,267 \quad (4.38)$$

Bezpečnost západky vyhovuje.

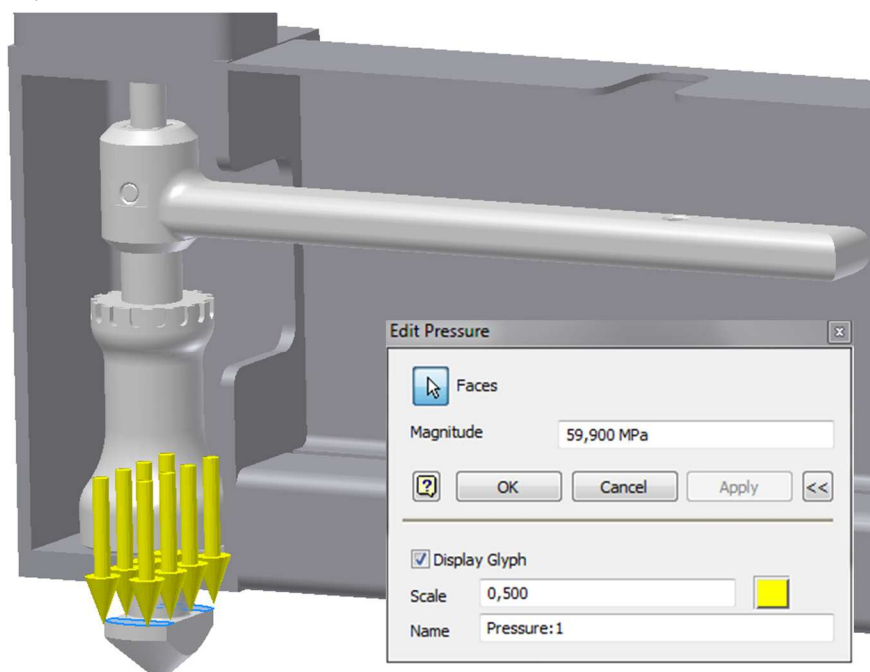
4.10 Kontrola kritických míst pomocí MKP

Kontrola MKP se provede pomocí programu Inventor 2014. Vytvořil se model kritického místa a k němu se přiřadily dané hodnoty materiálu. Pro svařenou konstrukci se přiřadil materiál S355J2 a pro čep a matici se přiřadil materiál 11 600. Tyto hodnoty jsou zobrazeny na obr. 4.19. Model a zatížení se přizpůsobilo tak, aby co nejvíce odpovídalo reálnému zatížení.



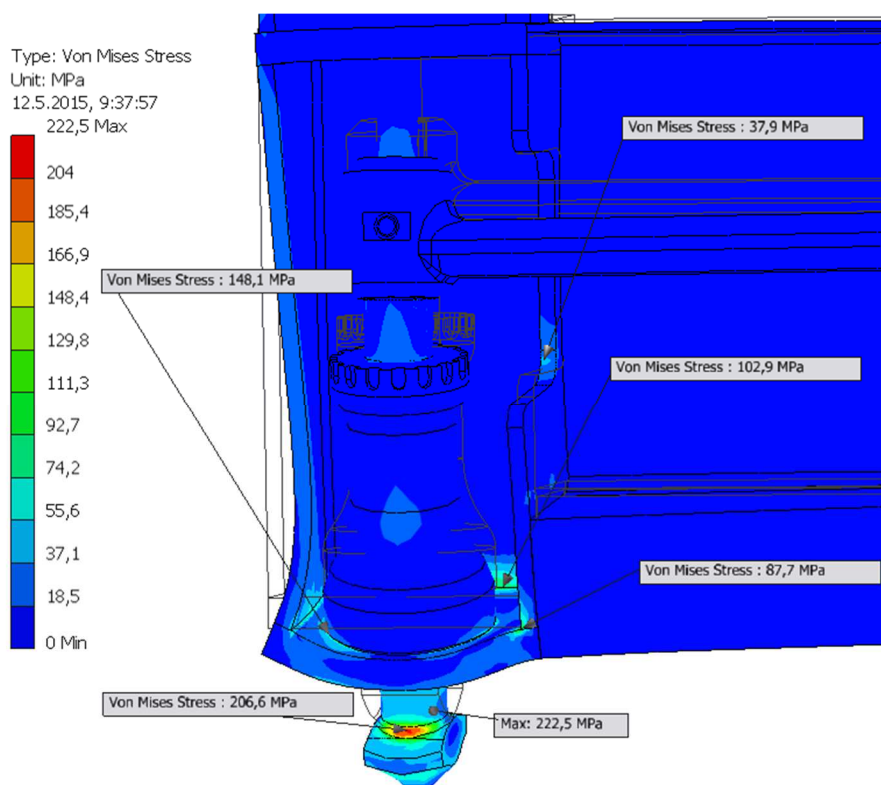
Obr. 4.19: Zadání materiálu do programu Inventor 2014

Zadané zatížení čepu je zobrazené na obrázku 4.19. Je zadáno jako tlakové napětí ze vzorce (4.21).



Obr. 4.20: Zadání zatížení

Výsledky MKP analýzy jsou zobrazeny na obr. 4.20:



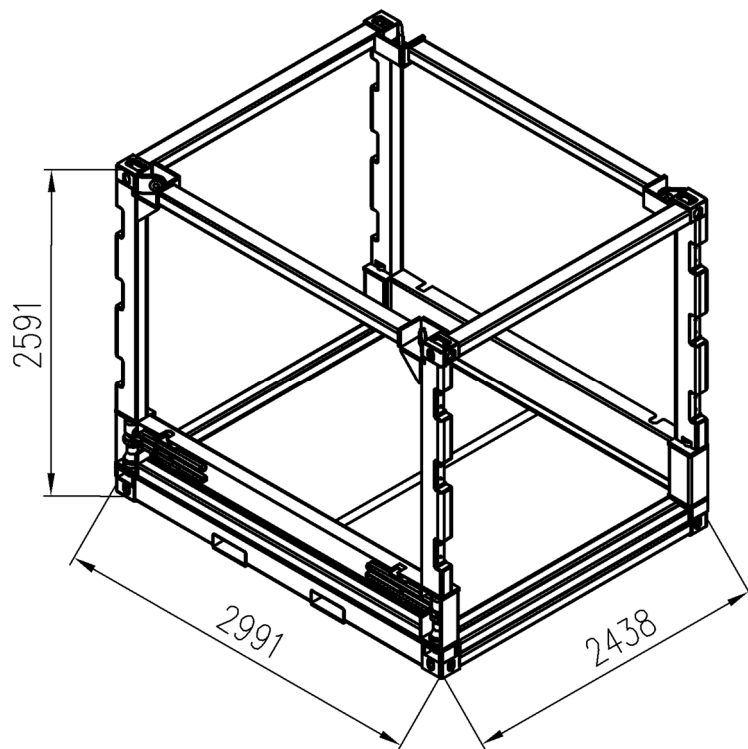
Obr. 4.21: Výsledky MKP

Posouzením analýzy je prokázáno, že navržená konstrukce spojovacího prvku plně vyhovuje zadaným podmínkám z hlediska dovoleného Von Misess equivalent (4.1).

4.11 Základní návrh a požadavky pro 10ft Offshore kontejner

Menší kontejner je konstrukčně upraven tak, aby díly z většího kontejneru vyhovovaly pevnostním podmínkám i u této konstrukce. Konstrukce je složena ze čtyř spojovacích prvků. Jelikož reálně možný počet zatížených čepů při nedostatečném zajištění kontejneru jsou tři, konstrukce vyhoví pevnostním podmínkám. Rating je volen stejný jako u konstrukce 20ft kontejneru, tudíž výpočty konstrukce jsou shodné a oka se mohou použít stejná.

Celková délka	:	2 991 mm, 10'
Celková výška	:	2 591 mm, 8'6"
Celková šířka	:	2 438 mm, 8'
Minimální návrhová teplota	:	-20°C
Maximální úhel mezi závěsem a svislicí	:	45°
Maximální počet stohování	:	zakázáno
Maximální únosnost kontejneru	:	12 000 kg



Obr. 4.22: 10ft Offshore kontejner

Další potřebné rozměry pro možný náklad a výpočet kontejneru:

Vnitřní délka kontejneru	:	2 591 mm
Vnitřní šířka kontejneru	:	2 114 mm
Vnitřní výška kontejneru	:	2 263 mm
Váha primární konstrukce	:	2 375 kg
Váha celkové konstrukce	:	3 148 kg

Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala návrhem rozebíratelné konstrukce Offshore kontejnerů ve dvou variantách tak, aby vyhovovaly všem daným požadavkům a normám. Hlavní částí bylo navrhnout co nejjednodušší a normám vyhovující spojovací části.

Základní rozdíl mezi mnou navrženými a doposud používanými transportními kontejnery spočívá v tom, že v mé konstrukci byla splněna podmínka odnímatelnosti bočních stěn. Tato podmínka umožňuje snadnější naložení rozměrných nákladů. Konstrukce byla rozdělena na dvě části. Vrchní část tvořící plášť nese boční stěny a dveře. Podlaha jako samostatná jednotka umožňuje snadné naložení nákladu například pomocí háku, což je v některých případech velmi užitečné. Tyto dvě části byly spojené unikátním spojovacím prvkem. Tento prvek byl navržen takovým způsobem, aby odolal nepříznivým podmínkám na moři a byl jednoduchý na ovládání.

K dotažení matice byla navržena páka, která dokáže matici jak povolit, tak i utáhnout. Tento mechanismus byl navržen takovým způsobem, že jsou na matici obrobené drážky, do nichž zapadá západka, která v jednom směru otáčení přeskakuje a v druhém pootáčí matici. Tato západka je polohovatelná a tím se dá měnit směr otáčení matice. Tyto části byly postupně kontrolovány výpočtem.

Výsledkem této práce jsou navržené konstrukce Offshore kontejnerů a jejich spojovací prvky tak, aby bylo možné oddělit boční stěny kontejneru a naložit náklad na podlahu.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Trochtovi za odborné vedení a rady při zpracování této práce.

Mé poděkování patří také firmě CT-Products s.r.o za poskytnutí potřebných informací.

Seznam použité literatury

- [1] BOLEK, A.; KOCHMAN J.: *Části strojů 1. svazek* Praha: SNTL, 1989, 776 s. L13-EI-IV-411/22326
- [2] LEINVEBER, J.; VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky. 4. dopl. vyd.* Úvaly: Albra, 2008, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7
- [3] KALÁB, K.: *Konstrukční návrh a výpočet ručního šroubového zvedáku: Vysokoškolská příručka.* VŠB-TU Ostrava, Ostrava, 2009
- [4] KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů. Části spojovací.* 5. vyd. Ostrava: VŠB-Technická Univerzita Ostrava, 2014, 115s. ISBN 978-80-248-1290-8
- [5] *DNV2.7-1 –Offshore containers.* Červen 2013 [cit. 2015-03-15].
Dostupné z: <<http://exchange.dnv.com/publishing/stdcert/2013-06/Standard2-7-1.pdf>>
- [6] *Understanding Offshore Container Certification* [online]. 2014 [cit. 2015-03-15].
Dostupné z: <<http://www.lrqas.es/Images/26913-understanding-off-shore-container-certification-wh.pdf>>
- [7] *Container Handbook* [online]. 2015 [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: <<http://www.containerhadebuch.de/>>
- [8] *Stemmar engineering* [online]. 2015 [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: < http://www.stemmar.com/tools-en/node-27-en_en/pad-eye-design-dnv-2.71>
- [9] *EUROPEAN STEEL AND ALLOY GRADES/NUMERS* [online]. 2015 [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <<http://www.steelnumber.com/>>
- [10] *20ft DNV Offshore Container* 2015 [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: <<http://www.bgood-container.com/20ft-offshore-container>>
- [11] *OEG Offshore* 2015 [online]. [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: <http://www.oegoffshore.com/sub-category_cargo-baskets_12>
- [12] *SURETANK* 2014 [online]. [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: <<http://www.suretank.com/en/offshore-tanks>>
- [13] *HIPAQ 2013* [online]. [cit. 2015-05-15].
Dostupné z: <<http://www.hipaq.co.uk/en-GB/Offshore.aspx>>

[14] *Offshore Skids* 2015 [online]. [cit. 2015-05-15].

Dostupné z: <http://www.waterblast.com/Products/Water_blasters/Offshore_Skids/>

[15] *Conti-trapézové šrouby* [online katalog]. 2015 [cit. 2015-05-15].

Dostupné z: <<http://www.contigroup.it/Catalogo/Catalogo-CZ.pdf>>

[16] *Oceľář.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-15].

Dostupné z: <<http://www.steelcalc.com/cs/prurezchar.aspx>>

Příloha 1



Obr. 1.1: Model 20ft kontejneru sekundární konstrukce



Obr. 1.2: Model 10ft kontejneru sekundární konstrukce



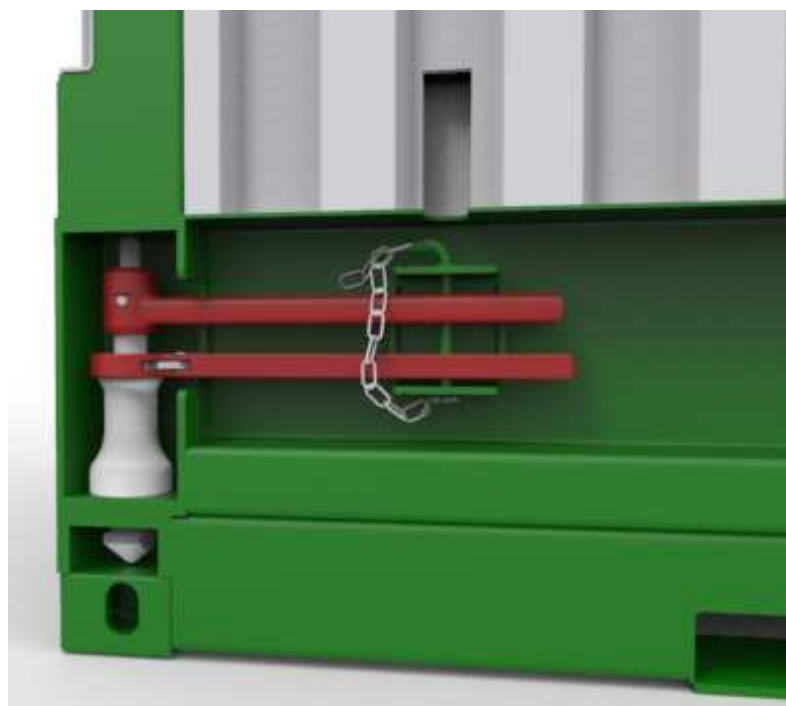
Obr. 1.3: Model 20ft kontejneru primární konstrukce



Obr. 1.4: Model 10ft kontejneru primární konstrukce



Obr. 1.5: Detail standardizovaného rohového prvku



Obr. 1.6: Detail spojovacího rohového prvku



Obr. 1.7: Rozložená konstrukce